Zur Anatomie der Frucht und des Samens von *Viscum*

von

G. Gjokić aus Sarajevo.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Mai 1896.)

Die Keimung von *Viscum album* ist durch eine Reihe von Besonderheiten ausgezeichnet. Seit längerer Zeit weiss man, dass die Samen dieser Pflanze in Dunkelheit nicht zum Keimen zu bringen sind.[1] Durch Untersuchungen von Wiesner[2] ist nachgewiesen, dass namentlich zum Keimungsbeginn eine nicht unbeträchtliche Intensität des Lichtes erforderlich ist, sowie, dass die Samen erst nach einer langen Ruheperiode keimen. Es ist bis jetzt nicht gelungen, die Samen dieser Pflanze vor Ende März oder Anfang April zum Keimen zu bringen.

Ferner ist von Wiesner[3] nachgewiesen worden, dass die Samen von *Viscum album* völlig befreit vom Schleim der Beere ohne Zufuhr von Wasser auf trockenem Substrat keimen können. Ja, selbst im Exsiccator über Schwefelsäure auf-

---

[1] J. Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen. I.; Denkschriften der kais. Akad. der Wiss. in Wien, Bd. 39, 1878, S. 143.

[2] J. Wiesner, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Erste Abh.: Orientirende Versuche etc. Diese Sitzungsber., Bd. CII, Abth. I. 1893, S. 291.

[3] J. Wiesner, Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*. Diese Sitzungsberichte, Bd. CIII, Abth. I. S. 416.

gestellte Samen entwickeln Hypocotyle der Keimlinge bis zu einer bestimmten Grenze.

»Mit welcher Kraft dieses für die Keimung der Mistelsamen unentbehrliche Wasser von den Geweben derselben zurückgehalten wird, mag aus der Thatsache zu entnehmen sein, dass ein schwaches Keimen selbst dann noch eintritt, wenn die Samen sich im Exsiccator befinden«.[1]

Während also die Samen von *Viscum album* das Wasser, welches sie zum Keimen benöthigen, in reifem Zustande in ihrem Gewebe enthalten, sind die Samen der tropischen *Viscum*-Arten ohne Zufuhr von Wasser nicht zum Keimen zu bringen, selbst in einer mit Wasserdampf nahezu gesättigten Atmosphäre. Auch keimen die Samen der tropischen *Viscum*-Arten, ohne eine Ruheperiode durchzumachen; sie keimen auch in vollkommener Finsterniss.[2]

Dass die merkwürdigen Eigenthümlichkeiten, welche bei der Keimung von *Viscum album* zu Tage treten, Anpassungen an die äusseren Vegetationsbedingungen sind, ist von vorneherein höchst wahrscheinlich und von Wiesner[3] auf das Bestimmteste nachgewiesen worden.

Er zeigte unter Anderem, dass in der Zeit, in welcher *Viscum album* bei uns keimt, daselbst häufig eine so lange andauernde regenlose Periode herrscht, dass die im Samen angesammelte und hier mit Hartnäckigkeit festgehaltene, zur Keimung erforderliche Wassermenge verständlich wird.

Auf Veranlassung des Herrn Hofrathes J. Wiesner habe ich es unternommen, die Eigenthümlichkeiten des anatomischen Baues, welche mit diesem exceptionellen Transpirationsschutz in Zusammenhang stehen, zu untersuchen, wobei selbstverständlich auch auf die analogen Verhältnisse der Samen der tropischen *Viscum*-Arten Rücksicht genommen wurde.

Bevor ich auf meine eigenen Untersuchungen eingehe, schicke ich einige morphologische Bemerkungen über die Mistelbeere voraus.

---

1 J. Wiesner, Vergleichende physiol. Studien etc. l. c. S. 422.

2 J. Wiesner, Vergleichende physiol. Studien etc. l. c. S. 410.

3 J. Wiesner, Vergleichende physiol. Studien etc. l. c.

Die Entwicklung der Mistel war Gegenstand älterer und neuerer Untersuchungen vieler Botaniker, wie Decaisne,[1] Meyen,[2] Schacht,[3] Karsten,[4] Treviranus,[5] Hofmeister,[6] van Tieghem,[7] Treub,[8] Jost[9] u. A., so dass man jetzt darüber ganz im Klaren ist.

Ich werde versuchen, in Kürze die charakteristischen Momente der Blüthenentwicklung der Mistel zu reproduciren.

Die weibliche Blüthe hat zwei zweigliedrige Kreise von Perigonblättern. In der Mitte erheben sich zwei Carpelle, welche so mit dem Blüthenboden verwachsen, dass sie eine homogene Masse darstellen. Die Zellen um den Grund der ehemaligen Spalte, welche die zwei Carpelle bildeten, erleiden eine Theilung. Eine Ausnahme machen nur einige durch ihre Grösse und dunklen Inhalt auffallende Zellen. Das sind die Embryosackmutterzellen. Gewöhnlich werden sie in der Anzahl von sieben oder neun angelegt. Der Kern der Embryosackmutterzellen theilt sich erst später und es tritt eine Querwand auf. Die Mehrzahl dieser so getheilten Zellen verharrt in diesem Stadium; höchstens zwei oder drei entwickeln sich weiter: die untere der beiden Schwesterzellen vergrössert sich nämlich und bildet sich zum Embryosack aus.

---

1 M. Decaisne, Sur le pollen et l'ovule du gui. Ann. sc. nat., 2. sér., t. XIII, 1840, p. 291 ff.

2 Meyen, Noch einige Worte über Befruchtungsact und Polyembryonie bei den höheren Pflanzen. Berlin, 1840.

3 H. Schacht, Das Mikroskop. 2. Aufl. Berlin, 1855, F. 6—9.

4 H. Karsten, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Loranthaceen. Bot. Zeitung, 1852, S. 305 ff.

5 L. C. Treviranus, Über Bau und Entwicklung der Eychen und Samen der Mistel. Abhandl. der math.-phys. Cl. der kgl. bayr. Akad. der Wiss. VII, 1855, S. 153—177.

6 H. Hofmeister, Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen. Abhandl. der kgl. sächs. Gesellsch. der Wiss. Bd. VI., 1859, S. 553—563.

7 Van Tieghem, Anatomie des fleurs et du fruits du gui. Ann. sc. nat. 5. sér., t. XII, 1869, p. 101.

8 Treub, Observations sur les Loranthacees. Ann. du jardin botanique de Buitenzorg. II. 54—76 t. VIII.—XV., III. 1—12 t. I.—II.

9 Jost, Zur Kenntniss der Blüthenentwicklung der Mistel. Bot. Zeitung, 1888, S. 323 ff.

In einem jeden Embryosack kommt ein Embryo zur Entwicklung und je nach der Zahl der Embryosäcke hat der sogenannte Samen ein, zwei oder drei Embryonen.

Bei *Viscum* kommt es nicht zur Samenknospenbildung, sogar die Placenta wird nicht entwickelt, sondern die Embryosäcke entstehen direct im Gewebe der Axe. Einem jeden Embryosack entspricht ein Samen, dessen Ausgliederung unterblieben ist. Man kann also hier weder von Samenschale, noch von Samenhaut sprechen, da solche sich aus den Integumenten der Samenknospe ausbilden müssten. Bei *Viscum* kommt es aber nicht, wie schon erwähnt wurde, zur Samenknospenbildung.

Der Kern der Beere von *Viscum album* wird gewöhnlich als Samen bezeichnet, was natürlich, vom streng morphologischen Standpunkte betrachtet, nicht richtig ist. Wenn man aber die Beerenkerne bloss vom physiologischen Standpunkte betrachtet, so kann man sie als Samen, die Scheinbeere der Mistel als Beere oder überhaupt als Frucht bezeichnen.

Die reifen Beeren von *Viscum album* haben eine fast reinweisse Farbe und auf ihrem Scheitel sind noch Reste von der vertrockneten Narbe und von den Perigonblättern zu erkennen.

Die *Viscum*-Beeren variiren in ihrer Grösse ziemlich stark. Sie bestehen aus der fleischigen Hülle und dem Kern, dem sogenannten Samen, der wiederum in sich ein, zwei oder drei Embryonen einschliesst.

Die fleischige Hülle besteht aus zwei Schichten, von denen die innere so verschleimt ist, dass sie für das unbewaffnete Auge eine homogene, schleimige Masse darstellt. Die äussere, sowie die innere, die sogenannte Viscinschicht, entwickelt sich aus dem Gewebe der becherförmigen Blüthenaxe.

Betrachtet man diese schleimige, stark klebende Masse unter dem Mikroskope, so sieht man, dass sie vorwiegend aus langgestreckten, mit spiraligen Verdickungen versehenen Zellen besteht. Diese Zellen führen reichlich Protoplasma, sowie eine kleine Menge Stärkekörner. Im Schleime kommen auch Krystalle von oxalsaurem Kalk, und zwar in grösseren Mengen vor. Es sind dies wohlausgebildete, kleinere und grössere einzelne Krystalle. Krystalldrusen trifft man sehr selten in dem Viscinschleim an.

Wenn man der Beere möglichst behutsam den Schleim entnimmt, ohne ihn in Fäden auszuziehen, und ihn mit Chlorzinkjod behandelt, so färbt er sich nach einiger Zeit, und zwar nur am Rande, violett. Die Zellen treten daselbst jetzt deutlicher hervor: ihre Verdickungen sind gefärbt, während die äussere Membranschichte nicht zu unterscheiden ist (Fig. 7). Das Reagens dringt sehr schlecht in den Schleim ein. Bei halbeingetrocknetem Schleim geht die Färbung etwas schneller vor sich, aber noch immer färbt sich nur ein kleiner Theil desselben.

Der Viscinschleim besitzt die Eigenschaft, sich in Fäden ausziehen zu lassen, welche an der Luft schnell trocknen.

Behandelt man so in Fäden ausgezogenen Schleim mit Chlorzinkjod, so färbt er sich schnell und ganz violett. Bei einem schwachen Drücken auf das Deckglas zerfallen die Fäden in noch feinere, parallel verlaufende. Selbst diese sind nicht gleich dick. Ein jeder Faden nun entspricht einer Zelle und nachdem einige Zellen mehr, einige weniger ausgedehnt sind, erscheinen sie verschieden dick. Bei minder ausgezogenen sind die spiraligen Verdickungen sichtbar, was bei stark ausgezogenen nicht der Fall ist. Man sieht selbst an einer und derselben Zelle, wie eine Hälfte derselben sich in einen langen, dünnen Faden auszog, während die andere nur eine schwache Veränderung erlitt.

Lässt man Jodtinctur + Schwefelsäure auf den in Fäden ausgezogenen Schleim einwirken, so färbt er sich blau.

Mit Corallinsoda färbt er sich roth. Mit Rutheniumroth[1] (Rutheniumsesquichlorür) färbt er sich schwachroth, d. h. so weit wie die reine Baumwolle.

In Kalilauge quillt er, aber löst sich nicht auf.

Salzsäure übt gar keine Wirkung aus. In Schwefelsäure, sowie in Kupferoxydammoniak löst sich der Viscinschleim auf. In kaltem und in heissem Wasser ist er unlöslich. Er verhält sich also gegen die genannten Reagentien ganz so wie gewöhnliche Cellulose.

Härtet man die Beere, und zwar allmälig in schwachem, schliesslich in absolutem Alkohol, so gelingt es, Schnitte durch

[1] L. Mangin, Compt. r. hebd. Séances de l'académie des sciences. Paris 1893, I. semestre. Tome CXVI.

die fleischige Hülle zu machen, ohne das Gewebe allzustarker Schrumpfung auszusetzen. Auf diesen Schnitten sieht man schon der Farbe nach, dass die fleischige Hülle aus zwei Schichten besteht. Die äussere ist schmutzigweiss, während die innere eine schneeweisse Farbe besitzt.

Die Epidermis der äusseren Schicht ist verdickt und cuticularisirt. Die Zellen sind parenchymatisch und sehr dünnwandig. Sie führen einen grossen Zellkern, sowie eine kleine Menge von Stärke- und Chlorophyllkörnern. In einer gewissen Entfernung von der Oberfläche verlaufen die Gefässbündel.

Auch diese Zellen der äusseren Schichte der fleischigen Hülle sind ziemlich verschleimt und gänzlich verschleimt sind jene, die an die Viscinschichte angrenzen. Letztere besteht aus oben erwähnten Elementen, welche radiär gegen den Samen angeordnet sind.

Setzt man einen Tropfen Wasser zu einem solchen Schnitt, so quellen die Zellen so stark auf, dass sie manchmal nicht mehr sichtbar sind.

Schon in der älteren Literatur finden sich einige Angaben über den Schleim der Mistelbeeren. Treviranus[1] glaubte, dass die klebende Materie »Viscine« in verlängerten farblosen Schläuchen sich befinde, welche strahlenförmig von allen Punkten des Umfanges gegen das »Ei« zu gelagert sind.

H. Schacht[2] gibt über das Viscin an, dass es keine besondere Verbindung ist, sondern zunächst ein Zersetzungsproduct des Zellstoffs der Wand derjenigen Zellen bilde, welche den Mistelsamen umgeben. Er spricht auch von der spiraligen Verdickung der Zellen.

Die Ansichten Karsten's[3] haben bloss historischen Werth.

Die Viscinschicht dient zur Anheftung der Früchte der Mistel an die Nähräste. Der Samen ist von einer dünnen, weissen, silberglänzenden Haut, dem sogenannten Endocarp, umgeben.

---

[1] L. C. Treviranus, l. c. p. 158.

[2] H. Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. I, S. 67.

[3] H. Karsten, Über die Entstehung des Harzes, Wachses, Gummis und Schleims durch assimilirende Thätigkeit der Zellmembran. Bot. Zeitung, 1857, S. 316 ff.

Auf dem Grunde des Samens befindet sich eine Collenchymscheide, welche ebenfalls vom Endocarp umhüllt ist. Sie besteht aus sehr stark, manchmal bis zum Verschwinden des Lumens verdickten Zellen, welche eine concentrische Schichtung zeigen.

Das Endocarp besteht aus zweierlei Elementen: Erstens aus abgeplatteten Zellen, deren Zellwände netzförmig verdickt sind (Fig. 6); die unverdickten Stellen verlaufen in einer Richtung und jene der Nachbarzellen weichen sehr wenig von der Richtung der ersteren ab. Ferner besteht es aus Spiralgefässen, die überall durch das Gewebe, welches die netzförmig verdickten Zellen bilden, verlaufen, besonders zahlreich um den Rand des platten Samens. Beiderlei Elemente des Endocarps sind verholzt. Bei Gefässen scheint die Verholzung weiter fortgeschritten zu sein, als bei den Netzfaserzellen, da sie nach Behandlung mit Phloroglucin + Salzsäure oder Anilinsulfat eine intensivere violette, beziehungsweise gelbe Farbe zeigen als die ersteren.

Rutheniumroth (Ruthenium sesquichlorür) färbt die netzförmig verdickten Zellen roth. Sie enthalten also Pectinkörper. Wiesner[1] beobachtete, dass das Endocarp in grosser Luftfeuchtigkeit und bei Einwirkung liquiden Wassers einen zähschleimigen Charakter annimmt. Es dient wahrscheinlich auch dazu, das liquide, dem Samen durch Regen oder Thau zugeführte Wasser, wenn auch nur für kurze Zeit, zu erhalten und so dazu beizutragen, den Samen vor Austrocknung zu bewahren. Wenn die fleischige Hülle der Viscumbeeren von Vögeln verzehrt oder irgendwie beseitigt wird, dann bleibt anstatt der gesammten Gewebe der »Beere« das Endocarp als einzige den Samen vor schädlichen äusseren Einflüssen schützende Hülle zurück.

Treviranus[2] gibt von dem dünnen Häutchen, welches den Samen umhüllt, an, dass es nichts anderes sei, als die innerste, der »Viscine« entbehrende Schichte der Fruchtsubstanz.

Van Tieghem[3] erkannte in dem Endocarp verholzte Elemente, aber sprach sich nicht über die Art derselben aus.

---

[1] J. Wiesner, Vergleichende physiol. Studien etc. l. c. S. 420.

[2] L. C. Treviranus, l. c. S. 160, 161.

[3] Van Tieghem, l. c. S. 101.

In frischem Zustande der Frucht haftet das Endocarp fest an dem Samen und es lässt sich nicht abreissen, was sogar von selbst erfolgt, wenn die Früchte trocken sind.

Der Samen ist seiner Form nach sehr verschieden, je nachdem er einen, zwei oder drei Embryonen einschliesst. Im ersten Falle hat er eine flache, elliptische Form und der Embryo liegt in der Richtung der grossen Axe, die zwei Cotyledonen nach dem Grunde richtend und das Hypocotyl nach oben, welches am Ende kopfförmig verdickt ist.

Der Embryo liegt ganz im Endosperm mit Ausnahme des Scheitels des Hypocotyls, der frei aus dem Endosperm ragt und nach aussen vom Endocarp wie der ganze Samen bedeckt ist.

Sind zwei Embryonen vorhanden, so hat der Samen beinahe die Form eines gleichseitigen Dreiecks. Die Hypocotyle sind nach zwei Ecken des Dreiecks gerichtet, während die Cotyledonen, aneinandergedrückt, sich zu dem dritten Ecke des Dreiecks wenden. Dieses Eck bezeichnet die Stelle, an welcher der »Same« in der »Beere« befestigt ist. Der Samen ist hier durch Verwachsung von zwei Embryosäcken entstanden. In einem jeden Embryosack hat sich ein eigenes Endosperm entwickelt, und so stellt der Samen zwei Endosperme dar, welche auf der oberen Seite nicht ganz miteinander verwachsen sind und oben eine Einbuchtung bilden. Dadurch bekommt der Samen eine herzförmige Form.

Im dritten Falle, wenn drei Embryonen vorkommen, liegen zwei wie im früheren Falle und der dritte zwischen ihnen derart, dass dessen Cotyledonen zwischen den Cotyledonen der beiden anderen Keimlingen gleichsam eingekeilt sind. Die Axen aller drei Embryonen liegen in einer Ebene. In diesem Falle kann die Frucht die Form eines Vierecks annehmen.

Van Tieghem gibt an, dass auch solche mit vier Embryonen vorkommen, aber das muss man als eine sehr seltene Abnormität betrachten. Nach einigen Autoren soll auf die Zahl der Embryonen der Standort einen gewissen Einfluss ausüben; so gibt z. B. Solms-Laubach[1] für die coniferenbewohnenden

[1] Solms-Laubach. Über den Bau und Entwicklung der Ernährungsorgane parasitischer Phanerogamen. Pringsheim's Jahrb. f. Bot., VI. S. 604.

Mistelformen einen Embryo an, für die auf Laubhölzern lebende zwei oder mehrere. Kronfeld[1] dagegen findet auch auf Ahorn und Pappel einen grossen Procentsatz einsamiger Früchte. Ich bin ebenso wie Kronfeld der Ansicht, dass der Standort diesen Einfluss auf die Pflanze nicht ausübt, da ich öfters in den Samen von einem und demselben Aste alle drei Fälle gefunden habe.

Auf Querschnitten durch Samen sieht man, dass die Zellen des Endosperms gross und parenchymatisch sind. Sie sind voll von Stärkekörnern und führen Zellkern und eine grosse Menge Chlorophyllkörner. Diese Thatsache hebt Decaisne[2] hervor und sagt, dass es das einzige Beispiel ist, dass so tief im Gewebe eine so grosse Masse von Chlorophyllkörnern erzeugt wird.

Die Zellwände sind reichlich mit einfachen Tüpfeln versehen. Sie besitzen auch Intercellularräume, welche oben gegen die Oberfläche viel seltener und enger sind, als gegen das Innere des Samens. Die Epidermiszellen sind convex, nach aussen und auf den Seitenwänden sehr verdickt (Fig. 1).

Sie führen auch Chlorophyll- und Stärkekörner wie die anderen Zellen des Endosperms. Behandelt man die Schnitte mit Chlorzinkjod, so färben sich die Zellwände des Endosperms und die äussere Wand der peripherischen Zellen differenzirt sich in drei Schichten.

Die erste von innen färbt sich violett wie die übrigen Zellen des Endosperms. Sie ist also eine Celluloseschichte. Nach dieser kommt eine andere, welche zwei bis dreimal so dick ist (Fig. 1 *c*). Diese färbt sich mit dem genannten Reagens braun. Die äusserste wird gelb bis gelblichbraun gefärbt. Nach längerer Einwirkung des Reagens färbt sich die mittlere Schichte tief braun und die äusserste (die später zu nennende Wachsschichte) braun. Die Schnitte, mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, lösen sich ganz mit Ausnahme der mittleren

---

[1] Kronfeld, Zur Biologie der Mistel. Biolog. Centralblatt, VII, Nr. 15 (1887), S. 459.

[2] M. Decaisne, Sur le pollen et l'ovula du gui. Ann. sc. nat. 2. sér. t. XIII (1840), p. 291.

Membranschichte der Epidermiszellen. Diese wird braun gefärbt und rollt sich bei Einwirkung des Reagens zusammen. Concentrirte Kalilauge färbt diese Schichte gelb.

Chromsäure löst dieselbe nicht auf. Mit Alkannareagens färbt sie sich roth, so wie die äusserste Schichte.

Das Schulze'sche Gemisch lässt sie deutlicher hervortreten, während das übrige durchsichtiger wird. Diese mittlere Zellwandschichte gibt also alle Reactionen, wie die gewöhnliche Cuticula. Sie ist ziemlich mächtig entwickelt und ist scharf abgegrenzt von der übrigen Zellhaut. Diese so mächtige Cuticula trägt viel dazu bei, dass das im Inneren des Samens enthaltene Wasser nicht verdunstet. Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Verdickung und Cuticularisirung der Aussenwandungen der Epidermiszellen gewöhnlich gleichen Schritt hält mit der Schutzbedürftigkeit der darunter liegenden Gewebe gegen Austrocknung.

Die Pflanzen, welche in regenarmen Klimaten wachsen, besitzen meistens solche Verdickung und Cuticularisirung der äusseren Zellwände der Epidermis, welche die Transpiration der Pflanzen auf ein sehr geringes Ausmass einzuschränken vermögen.

Die *Viscum*-Samen werden auf Ästen mit Viscinschleim angeklebt und ihre Keimung fällt eben in eine Zeit, während welcher die Niederschläge am spärlichsten sind, und die Luft selbst ziemlich trocken ist. Sie sind also nur auf das, vor der Fruchtreife in ihrem Innern enthaltene Wasser angewiesen. Dieses Wasser schützen sie durch die cuticularisirte Schichte vor Verdunstung. Wir werden gleich sehen, dass das genannte Gewebe noch in anderer Weise die Samen vor Verdunstung schützt. Es liegt über der Cuticula noch eine Schichte, welche noch dicker ist (Fig. 1 *w*). Sie ist nicht so solid gebaut, sondern sie zeigt viele radiär verlaufende Spalten und Risse. Sie färbt sich durch Chlorzinkjod, wie schon erwähnt wurde, gelb bis gelblichbraun. Sie wird in Äther nach längerer Einwirkung fast ganz gelöst. In absolutem Alkohol löst sie sich theilweise. Nach 24stündiger Einwirkung des Alkohols bleibt noch immer ein Theil derselben ungelöst. Weiter löst sie sich in Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff und Benzol, sowie auch in

Nelkenöl. Nach Einwirkung dieses Öles tritt besonders schön die Differenzirung der cuticularisirten und Celluloseschichte hervor.

Durch Alkannareagens färbt sie sich roth. Von concentrirter Schwefelsäure wird sie sofort angegriffen. Während der Einwirkung der Säure werden die Spalten und Risse in dieser äussersten Schichte der Wandverdickung grösser und die ganze Schichte scheint aus Stäbchen zu bestehen. Diese Stäbchen verschwinden sodann allmälig. Alles Reactionen, welche auf einen fett- oder wachsartigen Körper schliessen lassen.

Dieser fettartige Körper stimmt ganz mit dem von de Bary[1] und von Wiesner[2] als Wachs bezeichneten, der als Überzug auf der Epidermis von Blättern, Stengeln und Früchten vieler Pflanzen aufgelagert ist. Wie reichlich der Wachsüberzug dem genannten Gewebe aufgelagert ist, geht daraus hervor, dass ein auf einer Glasplatte liegender Mistelsamen, mit einigen Tropfen Alkohol übergossen, auf dem Glase einen reichlichen Fettüberzug zurücklässt.

Der hier bei *Viscum album* vorkommende stimmt der Form nach mit keinem von de Bary und Wiesner beschriebenen ganz überein. Am ähnlichsten ist er dem Stäbchenüberzug. Seine Stäbchen sind theils ganz verschmolzen, theils bleibt noch eine Spalte zwischen ihnen. Betrachtet man den Wachsüberzug in polarisirtem Lichte, so erweist er sich als doppelbrechend. Für einige Wachsüberzüge wurde dieses Verhalten vor langer Zeit von Wiesner[3] constatirt und dieser Forscher wies nach, dass die Wachsüberzüge krystallinischen Charakter haben und keine organisirten Formelemente sind, wie dies vordem de Bary behauptet hatte.

Um den Schmelzpunkt des Wachses ungefähr zu bestimmen, bediente ich mich zweier Methoden. Einige durch Samen

---

[1] De Bary, Über die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Zeitung, 1871, S. 128 ff.

[2] J. Wiesner, Beobachtungen über die Wachsüberzüge der Epidermis, Bot. Zeitung, 1871, S. 769.

[3] J. Wiesner, Über die krystallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Oberhäute. Bot. Zeitung, 1876, S. 225 ff.

ausgeführte und mit Alkannin gefärbte Schnitte wurden auf einen Objectträger gelegt und in einen Trockenschrank gegeben.

Er wurde nun geheizt und ich controlirte von Zeit zu Zeit durch mikroskopische Untersuchung, ob bereits ein Schmelzen eingetreten war. Als das Thermometer eine Temperatur von 95° C. zeigte, war das Wachs ganz geschmolzen.

Es waren ausserhalb und innerhalb der Zellen kleine rothe Tropfen zu sehen. Diese Temperatur dürfte wohl wegen der Unvollkommenkeit der Methode etwas zu hoch gefunden worden sein. Die zweite Methode bestand in folgendem Vorgang: Ein vom Endocarp befreiter Samen wurde auf einem Objectträger mit absolutem Alkohol übergossen. Das Wachs wurde theilweise gelöst und nach Verdunstung des Alkohols blieb ein krystallinischer Rückstand zurück. Das Erhitzen geschah durch Eintauchen des Objectträgers in ein mit heissem Wasser gefülltes Becherglas, welches mit einem Thermometer adjustirt war. Das Wachs begann bei 80° C. zu schmelzen und war bei 85° C. beinahe vollkommen geschmolzen. Bei der trockenen Destillation des Wachses entsteht Acroleïn, zum Beweise, dass auch dieses »Pflanzenwachs« aus Fetten (Glyceriden) besteht oder enthält, was bezüglich zahlreicher Wachsüberzüge pflanzlicher Hautgewebe zuerst von Wiesner nachgewiesen wurde.[1]

Erst jetzt ist klar, in welchen Einrichtungen der so grosse Transpirationsschutz der *Viscum*-Samen, der dieselben auch im Exsiccator keimen lässt, besteht. Der sogenannte Samen ist also von einer stark verkorkten und einer Wachsschichte umhüllt, die eine starke Verdunstung des im Samen enthaltenen Wassers unmöglich macht. Nur durch diese Einrichtung ist es der Pflanze möglich geworden, sich in den Gegenden ihres jetzigen Verbreitungsbezirkes zu erhalten.

Führt man so die Schnitte durch den Samen, dass das Hypocotyl quer durchschnitten wird, so sieht man, dass die Zellen desselben parenchymatisch sind, aber kleiner als die der Cotyledonen, voll von Chlorophyllkörnern, welche dem ganzen

---

[1] L. c. S. 225 ff.

Hypocotyl eine dunkelgrüne Farbe geben und sehr viel Protoplasma enthalten.

Die peripherischen Zellen sind nicht isodiametrisch, sondern scheinen im Querschnitte etwas radiär gestreckt zu sein. Sie sind stark verdickt und cuticularisirt (Fig. 2 *c*).

Diese starke Cuticularisirung der Epidermis des Hypocotyls beschützt dasselbe vor allzugrosser Austrocknung und natürlich auch vor anderen Einflüssen, wenn es aus dem Samen hinaustritt.

Um das Hypocotyl ist noch eine Lage verschleimter Zellen (Fig. 2 *s*) zu beobachten. Auf durch Samen geführte Längsschnitten sieht man, dass der Schleim erst an der Selle, wo das Stengelchen an die Cotyledonen grenzt, nach oben sich verbreitert. Sein Maximum findet sich dort, wo das Hypocotyl aus dem Nährgewebe herausragt (Fig. 3).

Beiderseits vom Stengelchen befindet sich eine Einbuchtung und die verdickte Epidermis reicht in dieselbe auf zwei oder drei Zellenlängen hinein (Fig. 3 *c*). Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass sich diese schleimige Masse aus dem Endosperm ausgebildet hat. Die Zellen des Endosperms sind gar nicht abgegrenzt von diesem Schleim, vielmehr sieht man, wie die Zellen allmälig in denselben übergehen: die Zellwände werden immer dünner, bis sie kaum mehr erkennbar sind. Im Schleim selbst erkennt man die Contouren der Zellen. Pitra [1] konnte sich nicht entscheiden, ob dieser Schleim aus den Endospermzellen entstanden ist oder ob er aus dem Hypocotyl ausgeschieden ist.

In der Einbuchtung zwischen dem Hypocotyl und der Epidermis des Nährgewebes finden sich einige verschleimte Zellen (Fig. 3). Wahrscheinlich sind das noch nicht ganz verdrängte Zellen der Blüthenaxe.

Am Scheitel des Hypocotyls befindet sich auch dieser Schleim. Er färbt sich mit Chlorzinkjod gelb und mit Rutheniumsesquichlorür roth. Dieser Schleim erleichtert dem Hypocotyl das Hinaustreten aus dem Nährgewebe während des Wachs-

---

[1] A. Pitra, Über Anheftungsweise einiger phanerogamer Parasiten an ihre Nährpflanzen. Bot. Zeitung, 1861, S. 54.

thums und schützt das Nährgewebe vor zu starker Transpiration.

Durch das Stengelchen verläuft ein aus Spiralgefässen bestehendes Gefässbündel, das sich in zwei Bündel theilt, welche in die Cotyledonen gehen.

Jeder Embryo hat zwei Cotyledonen, die so knapp aneinanderliegen, dass die Wände der sich berührenden Zellen an vielen Stellen verwachsen. Die Spitzen der Cotyledonen sind in der Regel frei, obwohl auch hier die Verwachsung vorkommt.

Die Cotyledonen fallen durch ihre grünlichweisse Farbe ins Auge, während ihr Stengelchen dunkelgrün erscheint und der ganze Embryo liegt in grünem Endosperm.

Sind zwei oder drei Keimlinge in dem Samen vorhanden, dann verwachsen sie in der Regel so, wie die zwei Cotyledonen eines und desselben Keimlings, aber nie so weit, dass die Cotyledonen ein homogenes Gewebe darstellen. Decaisne[1] war der Meinung, dass die Cotyledonen in unreifem Zustande ververwachsen, in reifem dagegen frei sind. Dieser Meinung trat Treviranus[2] entgegen und behauptete, dass beide Cotyledonen, wenn ein Keimling, alle vier, wenn zwei Keimlinge vorhanden sind, in der vollständig ausgebildeten Frucht vollkommen so miteinander verwachsen, dass man keine weitere Spur der vormaligen Trennung als eine leichte Ausrandung wahrnimmt, inwendig aber eine vollkommene Continuität der Substanz stattfindet.

Auch diese Angabe kann ich nicht in Allem bestätigen. Vollkommene Verwachsung der Cotyledonen habe ich nirgends gesehen, aber eine partielle, und zwar in der Nähe der Spitzen habe ich, obwohl sehr selten, doch bestimmt beobachtet. Die äussere Schichte der Cotyledonen bildet eine Oberhaut aus, deren Zellen sich bezüglich der Wandverdickung gar nicht von den darunterliegenden Zellen unterscheiden.

An den Spitzen der Cotyledonen ist das Zellgewebe besonders zart und fällt schon durch seine hellere, fast weisse

---

[1] M. Decaisne. Mem. s. l. Gui. Mem. d. Bruxelles XIII.

[2] L. C. Treviranus, l. c., p. 161.

Farbe auf. Durch die Zellen der Cotyledonen geht das Aufsaugen der Nährstoffe aus dem Endosperm vor sich.

Viscum orientale.

Um die Einrichtungen, welche dem Transpirationsschutze der Samen von *Viscum album* zu Grunde liegen, vollständig zu untersuchen, war es nöthig, auch einige Samen der tropischen Arten, welche dieses Transpirationsschutzes entbehren in Untersuchung zu ziehen.

Das Untersuchungsmaterial bestand zum Theil aus in Alkohol conservirten, theils getrockneten Exemplaren der genannten Art, welche Herr Hofrath J. Wiesner im Jahre 1893 in Java gesammelt hat.

Die Beeren von *Viscum orientale* sind der Farbe und der Grösse nach den Früchten von *Loranthus europaeus* sehr ähnlich. Bei der fleischigen Hülle ist die Viscinschicht im Vergleiche zu *Viscum album* sehr schwach entwickelt. Ihre Elemente sind der Form nach denjenigen von *Viscum album* gleich und sind gerade so radiär gegen den Samen angeordnet.

Der Viscinschleim färbt sich mit Chlorzinkjod oder mit Jodtinctur + Schwefelsäure violett oder blau und verhält sich überhaupt gegen Reagentien wie gewöhnliche Cellulose.

Die äussere Schichte der fleischigen Hülle stimmt sehr mit der von *Viscum album* überein.

Der sogenannte Samen hat die herzförmige Gestalt, wie die mit zwei Embryonen versehenen Samen von *Viscum album*, nur ist er relativ dicker und abgerundeter. Er besitzt stets einen seitlich gelegenen Embryo. Auf den Querschnitten durch den Samen kann man beobachten, dass die Epidermiszellen des Endosperms radiär gestreckt sind und dass sie nach aussen eine schwache Verdickung im Vergleiche mit der von *Viscum album* erfahren haben (Fig. 4).

In mit Chlorzinkjod behandelten Schnitten färben sich die Zellwände violett, nur die äussere Schichte der verdickten Epidermis braun. Letztere wird in concentrirter Schwefelsäure nicht gelöst, sondern braun gefärbt. Mit Alkannin färbt sie sich roth. Diese Schichte verhält sich also wie die Cuticula einer Oberhaut.

Der Samen entbehrt jenes bei *V. album* beschriebenen Wachsüberzuges. Es wurde keine Spur von demselben, weder bei den Samen aus Alkoholmaterial, noch bei den, welche dem Herbarium entnommen wurden, aufgefunden. Die Samen von tropischen *Viscum*-Arten brauchen keinen Transpirationsschutz, da sie sich in sehr feuchter Luft während der Keimung befinden, und es steht ihnen auch reichlich liquides Wasser zur Verfügung.

Die Epidermiszellen sind sehr protoplasmareich und führen keine Stärkekörner, wie ich es bei *Viscum album* beschrieben habe. Die übrigen Zellen des Endosperms sind von Stärkekörnern erfüllt. Die Zellwände sind mit einfachen Tüpfeln versehen und bilden regelmässig Intercellularräume.

Um das Stengelchen hatte der Schleim an meinem Material seine Klebrigkeit in Alkohol so weit eingebüsst, dass er nicht mehr im Stande war, den Keimling während des Schneidens festzuhalten, sondern derselbe fiel gleich heraus.

Die Epidermiszellen des Stengelchens sind verdickt, aber relativ schwächer als bei *Viscum album*. Die Elemente des Endocarps sind parenchymatische Zellen und Spiralgefässe.

Die ersteren sind weder netzförmig verdickt, noch verholzt wie bei *Viscum album* und führen viele Krystalldrusen von oxalsaurem Kalke.

Viscum articulatum.

Die Beeren sind beinahe kugelrund, klein und gleich denen von *Viscum orientale* sehr arm an Viscinschleim. Derselbe ist an den flachen Seiten des Samens reicher angelagert als anderswo. Der Samen ist linsenförmig gestaltet und besitzt nur einen Embryo, der an der Seite mit seinem Stengelchen austritt.

Der Same ist ebenso frei von Wachsüberzug wie der von *Viscum orientale*.

In allen anderen anatomischen Einzelheiten ist er ähnlich jenem von *Viscum orientale*.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die beim Öffnen einer Mistelbeere sich bildenden Viscinschleimfäden sind künstlich ausgezogene Zellen, welche je

nachdem, ob sie stark ausgezogen sind oder nicht, ihre spiralige Wandstructur erkennen lassen oder nicht. Sie geben alle Reactionen der gewöhnlichen Cellulose und lösen sich in Kupferoxydammoniak.

2. Die verholzten Elemente des Endocarps von *V. album* sind: Netzförmig verdickte abgeplattete Zellen und Spiralgefässe.

3. Der das Hypocotyl umgebende Schleim ist verschieden von dem Viscinschleim. Mit Chlorzinkjod wird er gelb, mit Ruthenium sesquichlorür schön roth gefärbt. Er bildet sich durch Verschleimung der Endospermzellen und büsst seine Klebrigkeit in Alkohol ein.

4. Die Epidermis der Samen von *Viscum album* ist sehr verdickt und cuticularisirt und besitzt einen mächtig entwickelten doppeltbrechenden krystallinischen Wachsüberzug, welcher häufig radiär verlaufende Risse und Spalten zeigt.

Der Schmelzpunkt des Wachses liegt zwischen 80—90° C.

5. Die Cotyledonen von zwei oder drei Embryonen verwachsen in der Regel nicht so, dass sie ein homogenes Gewebe darstellen, sondern es ist ihre Begrenzung an der Verwachsungsstelle sichtbar.

6. Die Samen der tropischen *Viscum*-Arten: *V. orientale* und *V. articulatum* entbehren jenes Wachsüberzuges, und selbst die Cuticula ist schwächer entwickelt als bei *Viscum album*.

7. Das Endocarp bei tropischen *Viscum*-Arten unterscheidet sich dadurch von dem des *Viscum album*, dass die abgeplatteten Zellen weder netzförmig verdickt, noch verholzt sind.

8. Der exceptionell starke, von Wiesner zuerst experimentell nachgewiesene Transpirationsschutz der Samen von *Viscum album* wird bewerkstelligt durch starke Cuticularisirung der Epidermis des Endosperms und durch einen mächtig entwickelten, diese Epidermis überdeckenden Wachsüberzug. Der Transpirationsschutz wird weiter vervollständigt durch die Cuticularisirung der Epidermis des Hypocotyls und durch die Verschleimung der dasselbe umgebenden Endospermzellen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch einen Samen von *Viscum album*. Vergr. 305. w = Wachsschicht mit radiären Rissen, C = Cuticula.

Fig. 2. Querschnitt durch das Hypocotyl im Endosperm von *Viscum album*. Vergr. 305. C = Cuticula, s = Schleim um das Hypocotyl, e = an den Schleim anstossende Endospermzellen.

Fig. 3. Längsschnitt durch das Hypocotyl sammt Endosperm. *Viscum album*. Vergr. 140. S = Schleim um das Hypocotyl, C = Cuticula der peripherischen Endospermzellen. *Viscum album*.

Fig. 4. Querschnitt durch den peripheren Theil (Endosperm) des Samens von *Viscum orientale*. Vergr. 610. C = Cuticula, b = Epidermiszellen.

Fig. 5. Querschnitt durch den Samen von *Viscum articulatum*. Vergr. 610. C = Cuticula.

Fig. 6. Netzförmig verdickte Zellen des Endocarps. Flächenansicht von *Viscum album*. Vergr. 610.

Fig. 7. Ein Stück etwas ausgezogener Viscinzelle aus *Viscum album*. Vergr. 305.